

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.10.025

基于糖化血红蛋白变异指数构建老年 2 型糖尿病发生 下肢动脉粥样硬化的预测模型

黄昌秀,胡素颖,沈 伟

安徽省芜湖市中医医院内分泌科,安徽芜湖 241000

摘 要:**目的** 探讨老年 2 型糖尿病(T2DM)患者发生下肢动脉粥样硬化(LEAD)的危险因素,并基于糖化血红蛋白变异指数(HGI)初步构建老年 T2DM 患者发生 LEAD 的预测模型。**方法** 回顾性选取 2021 年 1 月至 2023 年 7 月该院内收治的 213 例老年 T2DM 患者作为训练集,另选取同期该院收治的 102 例老年 T2DM 患者作为验证集。根据训练集是否发生 LEAD,将训练集分为 LEAD 组和非 LEAD 组。收集患者临床资料。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 HGI 预测老年 T2DM 患者 LEAD 发生风险的最佳截断值。采用多因素 Logistic 回归分析老年 T2DM 患者发生 LEAD 的影响因素。**结果** 训练集和验证集共纳入 315 例老年 T2DM 患者,其中训练集发生 LEAD 66 例,发生率为 20.95%。LEAD 组纳入 51 例,非 LEAD 组纳入 162 例。2 组年龄、有高血压患者比例、糖尿病病程、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平和 HGI 比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,HGI 预测训练集老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险的曲线下面积为 0.846(95%CI:0.816~0.877),当 HGI 最佳截断值为-0.015 时,约登指数最大为 0.774,其灵敏度为 0.811,特异度为 0.873。多因素 Logistic 回归分析结果显示,年龄 ≥ 65 岁、有高血压、糖尿病病程延长、LDL-C ≥ 4.1 mmol/L 和 HGI ≥ -0.015 是老年 T2DM 患者发生 LEAD 的独立危险因素($P<0.05$)。模型验证结果显示,训练集和验证集的一致性指数分别为 0.877(95%CI:0.832~0.862)和 0.794(95%CI:0.771~0.817);训练集和验证集的校准曲线均趋近于理想曲线,在 0.00~0.82(不包含端点)预测范围内,模型净获益值为正值。**结论** HGI 对老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险具有较高的预测价值,基于 HGI 构建的列线图模型能够有效预测老年 T2DM 患者发生 LEAD 的风险。

关键词:糖化血红蛋白变异指数; 老年 2 型糖尿病; 下肢动脉粥样硬化; 危险因素; 列线图

中图法分类号:R587.1;R543.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9455(2025)10-1427-07

A predictive model for lower extremity atherosclerosis in elderly patients with type 2 diabetes was constructed based on the glycated hemoglobin variation index

HUANG Changxiu, HU Suying, SHEN Wei

Department of Endocrinology, Wuhu Hospital of Traditional Chinese Medicine, Wuhu, Anhui 241000, China

Abstract: Objective To investigate the risk factors for the development of lower extremity atherosclerosis (LEAD) in elderly patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) and to construct a preliminary prediction model for the development of LEAD in elderly patients with T2DM based on the glycated hemoglobin variability index (HGI). **Methods** A total of 213 elderly patients with T2DM admitted to the hospital from January 2021 to July 2023 were retrospectively selected as the training set. In addition, 102 elderly patients with T2DM admitted to the same hospital during the same period were selected as the validation set. The training set was divided into LEAD group and non-LEAD group according to whether LEAD occurred. The clinical data of patients were collected. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the optimal cut-off value of HGI for predicting the risk of LEAD in elderly patients with T2DM. Multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of LEAD in elderly patients with T2DM. **Results** A total of 315 elderly patients with T2DM were included in the training set and validation set, of which 66 cases had LEAD in the training set, with an incidence of 20.95%. There were 51 patients in LEAD group and 162 patients in non-LEAD group. There were significant differences in age, proportion of patients with hypertension, duration of diabetes, low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) level and HGI between the two groups ($P<0.05$). The results of ROC curve analysis showed that the area under the curve of HGI for predicting the risk of LEAD in elderly T2DM patients in the training set was 0.846 (95%CI:0.816—0.877). When the optimal

作者简介:黄昌秀,女,主治医师,主要从事内分泌方面的研究。

cut-off value of HGI was -0.015 , the Youden index was the maximum 0.774 , the sensitivity was 0.811 and the specificity was 0.873 . Multivariate Logistic regression analysis showed that age ≥ 65 years, hypertension, prolonged duration of diabetes, LDL-C ≥ 4.1 mmol/L and HGI $\geq -0.015\%$ were independent risk factors for LEAD in elderly T2DM patients ($P < 0.05$). The model validation results showed that the consistency index of the training set and the validation set were 0.877 (95% CI: $0.832-0.862$) and 0.794 (95% CI: $0.771-0.817$) respectively. The calibration curves of the training set and the validation set were close to the ideal curve, and the net benefit value of the model was positive within the prediction range of 0.00 to 0.82 (excluding endpoints). **Conclusion** HGI has a high predictive value for the risk of LEAD in elderly patients with T2DM, and the nomogram model based on HGI can effectively predict the risk of LEAD in elderly patients with T2DM.

Key words: glycated hemoglobin variation index; type 2 diabetes mellitus in the elderly; lower extremity atherosclerosis; risk factor; nomogram

2 型糖尿病(T2DM)是一种由胰岛素抵抗和胰岛素分泌不足所致的以血糖升高为主要特征的慢性代谢疾病,也称为非胰岛素依赖性糖尿病^[1]。据报道,我国老年人群中约有 30% 罹患糖尿病,其中 T2DM 约占 95%^[2]。下肢动脉粥样硬化性病变(LEAD)是 T2DM 患者常见的大血管并发症,临床常表现为下肢间歇性跛行、腿部或脚部疼痛、脚部溃疡或坏疽等^[3]。LEAD 除了可导致 T2DM 患者出现糖尿病足溃疡外,还会增加心血管事件的发生风险,甚至可造成患者死亡^[4]。因此,早期预测老年 T2DM 患者 LEAD 的发生风险具有重要的临床价值。糖化血红蛋白(HbA1c)是一种血红蛋白分子与血糖分子结合后形成的衍生物,其水平是糖尿病重要的诊断指标和评估血糖控制效果的金标准^[5]。但 HbA1c 水平易受到血红蛋白糖化率、微量元素、遗传、环境等因素的影响,具有一定的个体差异^[6]。为规避这些影响,学者们开发出了一种新型的变异指标来量化实际测得的 HbA1c 水平与预测的 HbA1c 水平之间的差异,即糖化血红蛋白变异指数(HGI)^[7]。已有多项研究表明 HGI 与糖尿病肾病、视网膜病变等并发症的发生紧密相关^[8-9]。但目前有关 HGI 与 T2DM 并发 LEAD 关系的报道较少见。基于此,本研究探讨了 HGI 对老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险的预测价值,并基于 HGI 构建相关预测模型,旨在为老年 T2DM 患者 LEAD 的早期预测和防控提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取 2021 年 1 月至 2023 年 7 月本院收治的 213 例老年 T2DM 患者作为训练集。纳入标准:(1)年龄 ≥ 60 岁;(2)符合《中国老年 2 型糖尿病防治临床指南(2022 年版)》^[10] 中 T2DM 的相关诊断标准;(3)接受下肢血管动脉超声检查;(4)认知和沟通能力正常;(5)临床资料完整。排除标准:(1)近 1 个月内服用过阿司匹林、维生素 C、维生素 E、皮质激素等影响 HbA1c 检测结果的药物;(2)合并其他类型糖尿病;(3)合并酮症酸中毒、高渗性非酮症昏迷、乳酸性酸中毒等糖尿病急性并发症;(4)合并精神障碍性疾病、恶性肿瘤、血液系统疾病、急性感染性疾

病、严重脏器功能不全等;(5)长期卧床或既往已诊断为 LEAD 并进行治疗者;(6)研究期间失访及临床资料模糊或不全者。根据相同纳入、排除标准选取同期本院收治的 102 例老年 T2DM 患者作为验证集。所有研究对象及其亲属均知情同意本研究并签署知情同意书。本研究已通过本院医学伦理委员会审核批准(YW2024-032)。

1.2 方法

1.2.1 LEAD 诊断标准 对验证集与训练集患者采用彩色多普勒超声诊断仪开展双下肢动脉血管超声检查,参照《中国糖尿病足防治指南(2019 版, II)》^[11] 中相关标准,当超声检查结果提示管腔狭窄、彩色血流明显充盈缺损或动脉已闭塞,则可诊断为 LEAD。根据训练集是否发生 LEAD,将训练集分为 LEAD 组和非 LEAD 组。

1.2.2 临床资料收集 通过电子病历系统收集所有患者的性别、年龄、糖尿病病程及有无吸烟史、高血压、冠心病和糖尿病家族史等一般资料。采集验证集与训练集入院次日清晨空腹静脉血 4 mL,离心(3 000 r/min, 5 min)分离血清,采用酶联免疫吸附试验检测血清总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、同型半胱氨酸(Hcy)、血肌酐(Scr)、尿酸(SUA)、空腹血糖(FPG)、餐后 2 h 血糖(2 h PG)水平,并计算 HGI。

1.2.3 HGI 截断值计算 采用全自动糖化血红蛋白分析仪测定实际 HbA1c。参照既往研究得出的线性回归方程^[12], 预测 HbA1c(%) = $5.286 + 0.437 \times \text{FPG}(\text{mmol/L})$ 。HGI = 实际 HbA1c - 预测 HbA1c。

1.3 列线图模型的构建和验证

1.3.1 模型构建 确定目标和变量后,根据问题的性质选择合适的统计或机器学习模型,本文选择多因素 Logistic 回归模型。拟合模型:使用训练数据拟合模型,获取各变量的系数或其他参数。绘制列线图:采用 R(R3.5.3)软件包和 rms 程序包绘制列线图。为每个变量设计标尺,标尺的长度和刻度应反映变量的范围和重要性;根据模型参数,将标尺按照一定规则排列在图纸上,如平行排列或按对数比例排列;在

标尺之间绘制等值线,表示当各变量取特定值时,模型的预测结果;为列线图添加必要的说明和标记,包括变量的单位、标尺的刻度值、等值线的解释等。

1.3.2 验证 内部验证:通过 Bootstrap 重采样技术来估计模型的稳定性和参数的不确定性。外部验证:使用独立、未参与模型构建的数据集来验证模型的预测性能。性能指标:通过计算一致性指数(C-index)、绘制校准曲线和决策曲线评估模型的预测效能。

1.4 统计学处理 采用 SPSS22.0 统计软件进行数据处理与统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料以例数或百分率表示,2 组间比较采用 χ^2 检验。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 HGI 预测训练集老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险的价值。采用多因素 Logistic 回归分析训练集老年 T2DM 患者发生 LEAD 的影响因素。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 训练集与验证集临床资料比较 训练集和验证集的性别、年龄、体质量指数(BMI)、糖尿病病程及有

吸烟史、有高血压、有冠心病、有糖尿病家族史占比比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

2.2 老年 T2DM 患者 LEAD 的发生情况和临床资料比较 训练集和验证集共纳入 315 例老年 T2DM 患者,其中训练集发生 LEAD 66 例,发生率为 20.95%。LEAD 组纳入 51 例,非 LEAD 组纳入 162 例。LEAD 组与非 LEAD 组性别、BMI 和有吸烟史、冠心病、糖尿病家族史占比,以及 TC、TG、HDL-C、Hcy、SCr、SUA、FPG 和 2 h PG 水平比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);2 组年龄、有高血压患者比例、糖尿病病程、LDL-C 水平和 HGI 比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

2.3 HGI 预测训练集老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险的价值 以发生 LEAD 为终点,绘制 HGI 预测训练集老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险的 ROC 曲线,结果显示,HGI 预测训练集老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险的曲线下面积(AUC)为 0.846(95%CI: 0.816~0.877),当 HGI 最佳截断值为-0.015 时,约登指数最大为 0.774,其灵敏度为 0.811,特异度为 0.873。

表 1 训练集和验证集临床资料比较[$n(\%)$]

类别	n	性别		年龄(岁)		BMI(kg/m ²)		有吸烟史
		男	女	<65	≥65	<24	≥24	
训练集	213	119(55.87)	94(44.13)	113(53.05)	100(46.95)	156(73.24)	57(26.76)	96(45.07)
验证集	102	61(59.80)	41(40.20)	57(55.88)	45(44.12)	74(72.55)	28(27.45)	42(41.18)
χ^2		0.436		0.222		0.017		0.425
P		0.509		0.637		0.897		0.515

类别	n	有高血压	有冠心病	有糖尿病家族史	糖尿病病程(年)		
					<5	5~<10	≥10
训练集	213	113(53.05)	38(17.84)	33(15.49)	85(39.91)	69(32.39)	59(27.70)
验证集	102	57(55.88)	15(14.71)	17(16.67)	47(46.08)	32(31.37)	23(22.55)
χ^2		0.222	0.484	0.071		1.352	
P		0.637	0.487	0.790		0.509	

表 2 LEAD 组与非 LEAD 组临床资料比较[$n(\%)$ 或 $\bar{x}\pm s$]

组别	n	性别		年龄(岁)		BMI(kg/m ²)		有吸烟史	有高血压
		男	女	<65	≥65	<24	≥24		
LEAD 组	51	32(62.75)	19(37.25)	16(31.37)	35(68.63)	35(68.63)	16(31.37)	24(47.06)	37(72.55)
非 LEAD 组	162	87(53.70)	75(46.30)	97(59.88)	65(40.12)	121(74.69)	41(25.31)	72(44.44)	76(46.91)
χ^2/t		1.286		12.653		0.728		0.107	10.235
P		0.257		<0.001		0.394		0.743	0.001

类别	n	有冠心病	有糖尿病家族史	糖尿病病程(年)			TC(mmol/L)	
				<5	5~<10	≥10	<6.2	≥6.2
LEAD 组	51	13(25.49)	9(17.65)	10(19.61)	17(33.33)	24(47.06)	41(80.39)	10(19.61)
非 LEAD 组	162	25(15.43)	24(14.81)	75(46.30)	52(32.10)	35(21.60)	145(89.51)	17(10.49)
χ^2/t		2.677	0.238		16.014			2.911
P		0.102	0.626		<0.001			0.088

续表 2 LEAD 组与非 LEAD 组临床资料比较[*n*(%)或 $\bar{x}\pm s$]

类别	<i>n</i>	TG(mmol/L)		LDL-C(mmol/L)		HDL-C(mmol/L)		Hcy(μ mol/L)
		<2.3	≥2.3	<4.1	≥4.1	<1.0	≥1.0	
LEAD 组	51	37(72.55)	14(27.45)	36(70.59)	15(29.41)	7(13.73)	44(86.27)	12.13±3.71
非 LEAD 组	162	126(77.78)	36(22.22)	148(91.36)	14(8.64)	12(7.41)	150(92.59)	11.54±5.34
χ^2/t		0.590		14.227		1.906		0.735
<i>P</i>		0.442		<0.001		0.167		0.463

类别	<i>n</i>	SCr(μ mol/L)	SUA(μ mol/L)	FPG(mmol/L)	2 h PG(mmol/L)	HGI
LEAD 组	51	71.37±11.49	367.19±129.04	9.21±1.86	18.84±6.41	0.27±0.16
非 LEAD 组	162	68.03±13.15	394.86±130.55	8.92±1.22	20.24±5.62	-0.35±0.24
χ^2/t		1.628	-1.332	1.292	-1.399	17.266
<i>P</i>		0.105	0.184	0.198	0.163	<0.001

2.4 多因素 Logistic 回归分析训练集老年 T2DM 患者发生 LEAD 的影响因素 以是否发生 LEAD 为因变量(是=1,否=0),表 2 中差异有统计学意义的因素为自变量[年龄(≥65 岁=1,<65 岁=0);高血压(是=1,否=0);糖尿病病程(<5 年=2;5~<10 年=1;≥10 年=0);LDL-C(≥4.1 mmol/L=1;<4.1 mmol/L=0);HGI(≥-0.015=1;<-0.015=0)]进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示,年龄≥65 岁、有高血压、糖尿病病程延长、LDL-C≥4.1 mmol/L 和 HGI≥-0.015 是老年 T2DM 患者发生

LEAD 的独立危险因素(*P*<0.05)。见表 3。

2.5 预测老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险的列线图模型的建立与验证 基于上述危险因素构建预测老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险的列线图模型,见图 1。模型验证结果显示,训练集和验证集的 C-index 分别为 0.877(95%CI:0.832~0.862)和 0.794(95%CI:0.771~0.817);训练集和验证集的校准曲线均趋近于理想曲线,见图 2、图 3;在 0.00~0.82(不包含端点)预测范围内,模型净获益值为正值,见图 4。

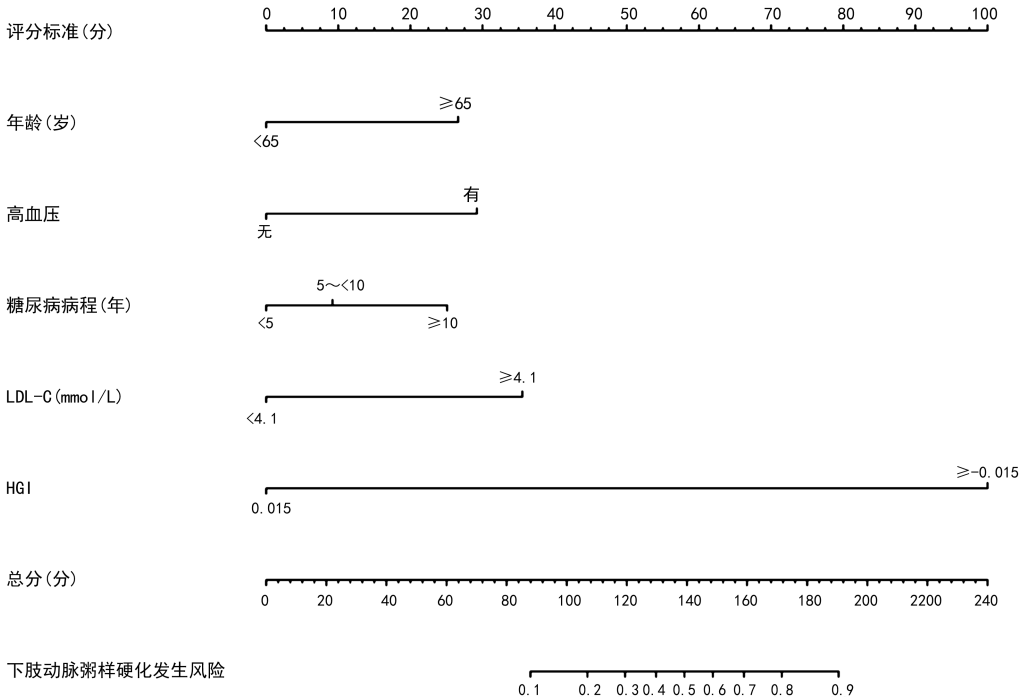


图 1 预测老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险的列线图模型

表 3 多因素 Logistic 回归分析训练集老年 T2DM 患者发生 LEAD 的影响因素

因素	β	SE	Wald χ^2	<i>P</i>	OR	OR 的 95%CI
年龄	1.247	0.541	5.304	0.021	3.479	1.204~10.054
高血压	2.273	0.618	13.518	<0.001	9.704	2.890~32.589

续表 3 多因素 Logistic 回归分析训练集老年 T2DM 患者发生 LEAD 的影响因素

因素	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 的 95%CI
糖尿病病程	0.651	0.325	4.010	0.045	1.917	1.014~3.624
LDL-C	2.126	0.709	8.991	0.003	8.384	2.088~33.655
HGI	4.546	0.706	41.419	<0.001	94.234	23.603~376.219

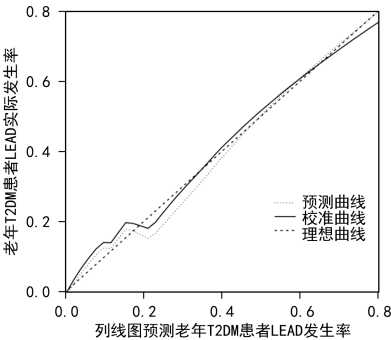


图 2 训练集的校准曲线

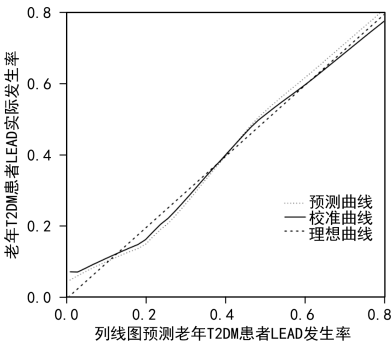


图 3 验证集的校准曲线

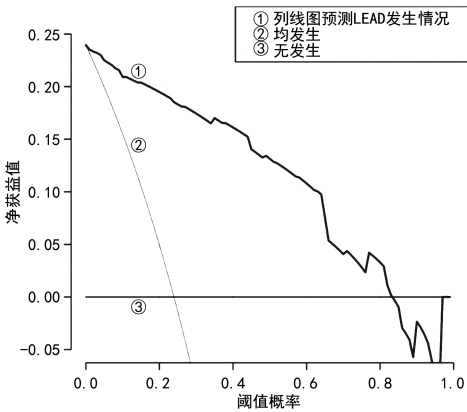


图 4 列线图的决策曲线

3 讨 论

3.1 老年 T2DM 患者发生 LEAD 现状 LEAD 是糖尿病最常见的慢性并发症之一,据统计,我国 50 岁以上的 T2DM 患者中患 LEAD 的概率为 20.2%^[13-14],国外一项研究在采用踝肱指数诊断 LEAD 情况下发现,T2DM 患者 LEAD 的发生率为 18.4%^[15]。本研究结果显示 213 例老年 T2DM 患者 LEAD 的发生率为 20.95%,均高于上述报道,这可能与本研究中纳入的受试者年龄较大有关,同时各研究间的样本量、诊断方式、随访时间等不同也会导致发

生率参差不一。T2DM 发生 LEAD 可能是内皮细胞的损伤、氧化应激和炎症反应、凝血系统异常以及脂质代谢紊乱等多种途径相互作用的结果^[16],但其具体机制尚未完全查明,因此,明确 T2DM 发生 LEAD 的影响因素对评估其风险至关重要。

3.2 老年 T2DM 患者发生 LEAD 的危险因素分析 本研究筛选出年龄 ≥ 65 岁、有高血压、糖尿病病程延长、LDL ≥ 4.1 mmol/L 和 HGI ≥ -0.015 是老年 T2DM 患者发生 LEAD 的独立危险因素。戴文娟^[17]也报道年龄 ≥ 65 岁是 T2DM 发生 LEAD 的危险因素,与本文结果一致。可能是随着年龄的增长,机体包括血管系统在内的各个系统功能逐渐衰退。血管老化会导致血管壁的厚度增加、弹性降低及内皮细胞功能下降,使血管在高血糖状态下更容易受到损伤,从而形成动脉粥样硬化斑块。韩孟冉等^[18]报道高血压与 T2DM 发生 LEAD 密切相关,本文也有相同结论。分析原因,可能是高血压会导致动脉血管壁的结构改变,如血管壁增厚、弹性降低和平滑肌细胞增生,这些改变会使血管更易受到损伤,从而为 LEAD 的发生和进展提供了条件。一项英国公共卫生研究表明,T2DM 患者确诊时和确诊 18 年后的 LEAD 患病率分别为 1.2%和 12.5%^[19]。GAO 等^[20]报道糖尿病病程与 T2DM 患者发生 LEAD 独立相关,与本研究结果一致。究其原因为糖尿病病程越长,表明患者暴露于高血糖状态下的时间越长,而高血糖会引起血管内皮细胞损伤、血小板聚集和血管炎症等病理改变,促进动脉粥样硬化的形成,故 LEAD 的发生风险与糖尿病病程呈正相关。多项研究结果表明 LDL-C 是 T2DM 发生 LEAD 的影响因素^[21-22],与本文结果一致。当血液中 LDL-C 水平过高时,LDL-C 携带的胆固醇会沉积在血管壁内,逐渐形成斑块,并增加动脉壁内的胆固醇水平。随着时间的推移,这些斑块可进一步发展为动脉粥样硬化斑块。同时,LDL-C 在机体内易被氧化,氧化型 LDL-C 可被吞噬细胞识别和摄取,形成泡沫细胞,并沉积在动脉壁中从而增加了 LEAD 的发生风险^[23]。既往研究表明 HbA1c 水平每升高 1%,LEAD 的患病风险就会增加 26%^[24]。LI 等^[25]研究也表明血糖控制与 T2DM 患者 LEAD 的发病风险有明显的独立相关性。本研究尝试采用 HGI 评估患者的血糖控制情况,发现 HGI 对 T2DM 患者发生 LEAD 风险具有较高的预测价值。同时,在计算截断值后进入回归分析中发现 HGI ≥ -0.015 是老

年 T2DM 患者发生 LEAD 的独立危险因素,其原因可能是因为血糖控制不良会造成高血糖状态长时间存在,可导致大量的糖基化终末产物形成,从而使机体内氧化应激水平增加,自由基生成增多,抗氧化能力下降。这些自由基会对血管壁内皮细胞产生损伤,并引发炎症反应。炎症介质的释放会导致血管内皮细胞的黏附和损伤,促进动脉粥样硬化斑块的形成。

3.3 老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险的列线图模型的预测效能 列线图是一种由 1 组互相平行的线段构成的、简单而有效的图形工具,因其具有直观易懂、可视化效果好、能够综合分析多种变量的优势,近年来被广泛用于医学领域^[26]。国内外均有文献指出列线图模型对下肢血管性疾病有着较好的预测效能,田野等^[27]报道列线图的 AUC 高达 0.964(95%CI: 0.930~0.984),CHEN 等^[28]报道列线图的 C-index 为 0.762(95%CI: 0.691~0.823),当预测模型的阈值概率>2.5%时,患者可显著受益。本研究结果也证明了列线图在预测老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险上的可行性,模型验证结果显示,训练集和验证集的 0.877(95%CI: 0.832~0.862)和 0.794(95%CI: 0.771~0.817),校准曲线均趋近于理想曲线,表明该模型对老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险的预测值同实际值接近,可见模型预测精度良好。决策曲线表明,在 0.00~0.82(不包含端点)的较大预测范围内,模型辅助临床决策能够在降低 LEAD 发生风险方面取得收益。可见本次模型的验证结果较为理想,这可能是由于 HGI 等指标本身对 LEAD 具有较高的预测能力,使得通过各变量整合而来列线图模型也具有较高的预测能力,同时也不排除与本研究样本量较小导致得数据选择性偏倚有关。

综上所述,HGI 对老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险具有良好的预测价值。临床应对年龄≥65 岁、高血压、糖尿病病程延长、LDL≥4.1 mmol/L 和 HGI≥-0.015 的老年 T2DM 患者予以高度重视,警惕其发生 LEAD。本次构建的列线图模型能够良好地预测老年 T2DM 患者发生 LEAD 的风险,具有一定的临床价值。本研究的不足:样本量有限;研究时间和相关技术等限制,收集的变量有限,可能遗漏如骨化蛋白、铁超载等^[29-31]有价值的指标。后续研究应扩大样本量、扩充变量,以对模型予以进一步完善。

参考文献

- [1] TOMIC D, SHAW J E, MAGLIANO D J. The burden and risks of emerging complications of diabetes mellitus [J]. Nat Rev Endocrinol, 2022, 18(9): 525-539.
- [2] LI Y Z, TENG D, SHI X G, et al. Prevalence of diabetes recorded in mainland China using 2018 diagnostic criteria from the American Diabetes Association; national cross sectional study [J]. BMJ, 2020, 369: m997.
- [3] HANCHINAL S S, SHIVANAL A B, KAMNI S, et al. Efficacy of a pocket pulse oximeter and a digital pulse oximeter as screening tools for type 2 diabetes patients with asymptomatic lower extremity arterial disease [J]. Maedica (Bucur), 2021, 16(3): 362-367.
- [4] BEHRENDT C A, LAREYRE F, RAFFORT J. Impact of diabetes on outcomes of patients with lower extremity artery disease [J]. Angiology, 2022, 73(6): 493-494.
- [5] KÖBLING T, VÁRADI Z, KATONA É, et al. Predictors of dietary self-efficacy in high glycosylated hemoglobin A1c type 2 diabetic patients [J]. J Int Med Res, 2020, 48(6): 300060520931284.
- [6] TIAN L, SUN M, LIN L, et al. Effects of ambient air pollution on glycosylated hemoglobin: a systematic review and Meta-analysis [J]. Environ Sci Pollut Res Int, 2022(36): 53954-53966.
- [7] LIN L, WANG A P, JIA X M, et al. High hemoglobin glycation index is associated with increased risk of diabetes: a population-based cohort study in China [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2023, 14: 1081520.
- [8] LIN C H, LAI Y C, CHANG T J, et al. Hemoglobin glycation index predicts renal function deterioration in patients with type 2 diabetes and a low risk of chronic kidney disease [J]. Diabetes Res Clin Pract, 2022, 186: 109834.
- [9] 汤春梦, 李文和, 杨超超, 等. 血红蛋白糖化指数与 2 型糖尿病患者视网膜病变的相关性研究 [J]. 中国糖尿病杂志, 2021, 29(5): 349-352.
- [10] 《中国老年 2 型糖尿病防治临床指南》编写组. 中国老年 2 型糖尿病防治临床指南(2022 年版) [J]. 中国糖尿病杂志, 2022, 30(1): 2-51.
- [11] 中华医学会糖尿病学分会, 中华医学会感染病学会, 中华医学会组织修复与再生分会. 中国糖尿病足防治指南(2019 版, II) [J]. 中华糖尿病杂志, 2019, 11(3): 161-189.
- [12] SOROS A A, CHALEW S A, MCCARTER R J, et al. Hemoglobin glycation index: a robust measure of hemoglobin A1c bias in pediatric type 1 diabetes patients [J]. Pediatr Diabetes, 2010, 11(7): 455-461.
- [13] BUSO G, COLLET T H, WOJTUSCISZYN A, et al. Should patients with type 2 diabetes be screened for lower extremity arterial disease [J]. Rev Med Suisse, 2019, 15(674): 2236-2240.
- [14] ZHANG X M, RAN X W, XU Z R, et al. Epidemiological characteristics of lower extremity arterial disease in Chinese diabetes patients at high risk: a prospective, multicenter, cross-sectional study [J]. J Diabetes Complications, 2018, 32(2): 150-156.
- [15] MOSQUERA-FERNÁNDEZ A, BALBOA-BARREIRO V, BELLIDO-GUERRERO D, et al. Frequency of lower extremity artery disease in type 2 diabetic patients using pulse oximetry and the ankle-brachial index [J]. Int J Med Sci, 2021, 18(13): 2776-2782.
- [16] BUSO G, ABOYANS V, MAZZOLAI L. Lower extremi-

ty artery disease in patients with type 2 diabetes[J]. Eur J Prev Cardiol, 2019, 26(2_suppl):114-124.

[17] 戴文娟. 2 型糖尿病患者下肢动脉粥样硬化其危险因素分析及超声评价[J]. 中国卫生检验杂志, 2019, 29(7): 851-853.

[18] 韩孟冉, 敖娜, 王鹤, 等. 单核细胞/高密度脂蛋白比值与 2 型糖尿病患者下肢动脉粥样硬化性疾病的相关性分析[J]. 中国全科医学, 2021, 24(6): 663-668.

[19] ADLER A I, STEVENS R J, NEIL A, et al. UKPDS 59: hyperglycemia and other potentially modifiable risk factors for peripheral vascular disease in type 2 diabetes[J]. Diabetes Care, 2002, 25(5): 894-899.

[20] GAO Q G, HE B B, ZHU C Y, et al. Factors associated with lower extremity atherosclerotic disease in Chinese patients with type 2 diabetes mellitus: a case-control study[J]. Medicine (Madr), 2016, 95(51): e5230.

[21] 刘玮, 郑亚虹, 沈颖, 等. 血清脂肪细胞型脂肪酸结合蛋白和白细胞介素-17 水平与 2 型糖尿病患者下肢动脉粥样硬化病变的相关性研究[J]. 安徽医科大学学报, 2018, 53(7): 1085-1088.

[22] 王露, 白桦, 韩梅, 等. 2 型糖尿病患者血清脂肪细胞型脂肪酸结合蛋白、白细胞介素-17 水平及其与下肢动脉粥样硬化病变的关系[J]. 中国医药导报, 2019, 16(8): 116-119.

[23] WAN K S, MOY F M, MUSTAPHA F I, et al. Changes in body mass index, glycosylated hemoglobin A1C, blood pressure, and LDL-cholesterol among type 2 diabetes patients in Malaysia: a population-based longitudinal study[J]. J Diabetes, 2021, 13(11): 915-929.

[24] SELVIN E, MARINOPOULOS S, BERKENBLIT G, et al. Meta-analysis: glycosylated hemoglobin and cardiovascular disease in diabetes mellitus[J]. Ann Intern Med,

2004, 141(6): 421-431.

[25] LI J F, LI Y, MA W G, et al. Association of time in range levels with lower extremity arterial disease in patients with type 2 diabetes[J]. Diabetes Metab Syndr, 2020, 14(6): 2081-2085.

[26] HUANG X, LUO Z, LIANG W, et al. Survival nomogram for young breast cancer patients based on the SEER database and an external validation cohort[J]. Ann Surg Oncol, 2022, 29(9): 5772-5781.

[27] 田野, 狄涛, 张文斌, 等. 2 型糖尿病患者下肢血管病介入治疗后再狭窄影响因素分析及列线图预测模型构建[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(21): 2304-2307.

[28] CHEN J X, TANG Y N, SHEN Z K, et al. Predicting and analyzing restenosis risk after endovascular treatment in lower extremity arterial disease: development and assessment of a predictive nomogram[J]. J Endovasc Ther, 2024, 31(6): 1140-1149.

[29] ELEFThERiADOU I, TSILINGIRIS D, TENTOLOURIS A, et al. Association of circulating osteopontin levels with lower extremity arterial disease in subjects with type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional observational study[J]. Int J Low Extrem Wounds, 2020, 19(2): 180-189.

[30] 陆志峰, 吕伦, 韩雨, 等. 老年 2 型糖尿病患者尿酸/高密度脂蛋白胆固醇比值与骨密度的相关性[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(3): 299-303.

[31] WANG Z J, FANG S, DING S, et al. Research progress on relationship between iron overload and lower limb arterial disease in type 2 diabetes mellitus[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2022, 15: 2259-2264.

(收稿日期: 2024-09-19 修回日期: 2024-12-31)

(上接第 1426 页)

[10] GILHUS N E. Myasthenia gravis, respiratory function, and respiratory tract disease[J]. J Neurol, 2023, 270(7): 3329-3340.

[11] VANOLI F, MANTEGAZZA R. Antibody therapies in autoimmune neuromuscular junction disorders: approach to myasthenic crisis and chronic management[J]. Neurotherapeutics, 2022, 19(3): 897-910.

[12] WENG Y Y, ZHU J R, LI S Q, et al. Dynamic changes of peripheral inflammatory markers link with disease severity and predict short-term poor outcome of myasthenia gravis[J]. J Neurochem, 2024, 168(9): 2751-2761.

[13] WANG Z, XU J, MO L, et al. The application potential of the regulation of tregs function by irisin in the prevention and treatment of immune-related diseases[J]. Drug Des Devel Ther, 2024, 18(1): 3005-3023.

[14] LIN J J, ZHANG X, SUN Y, et al. Exercise ameliorates muscular excessive mitochondrial fission, insulin resistance and inflammation in diabetic rats via irisin/AMPK

activation[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 10658.

[15] MIYAKE S, SERIZAWA K, ONISHI S N H, et al. IL-6 receptor antibody treatment improves muscle weakness in experimental autoimmune myasthenia gravis mouse model[J]. Front Neurol, 2024, 15: 1356300.

[16] WEI S L, YANG C L, SI W Y, et al. Altered serum levels of cytokines in patients with myasthenia gravis[J]. Helvion, 2024, 10(1): e23745.

[17] SCAVELLO F, BRUNETTA E, MAPELLI S N, et al. The long pentraxin PTX3 serves as an early predictive biomarker of co-infections in COVID-19[J]. EBioMedicine, 2024, 105: 105213.

[18] KOJIMA Y, UZAWA A, OZAWA Y, et al. Serum pentraxin 3 concentration correlates with disease severity in patients with myasthenia gravis[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2022, 220: 107371.

(收稿日期: 2024-09-15 修回日期: 2024-12-31)